

Deteksi Gerak Otot Frontalis Berbasis Citra 3 Dimensi Menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix

Hardianto Wibowo^{*1}, Mauridhi Hery Purnomo², Eko Mulyanto Yuniarno³

¹Universitas Muhammadiyah Malang, ^{2,3}Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
ardi@umm.ac.id^{*1}, hery@ee.its.ac.id², ekomulyanto@gmail.com³

Abstrak

Ekspresi wajah atau mimik merupakan salah satu dari hasil gerak otot pada wajah. Dalam kamus besar bahasa Indonesia, ekspresi merupakan pengungkapan atau proses menyatakan, yaitu memperlihatkan atau menyatakan maksud, gagasan perasaan dan lain sebagainya. Ekspresi wajah atau mimik dipengaruhi oleh saraf tujuh atau nervuse facialis. Facial Action Coding System (FACS) standardiasi ekspresi dalam format pergerakan enam ekspresi dasar, yaitu bahagia, sedih, terkejut, takut, marah dan jijik. Dalam otot, bahwa setiap otot yang bergerak pasti terjadi kontraksi, dan pada saat terjadi kontraksi, otot akan mengembang atau menggelembung. Otot dibagi menjadi tiga bagian, yaitu origo dan insersio sebagai ujung otot dan belly sebagai titik tengah otot, jadi setiap terjadi gerakan maka otot bagian belly akan mengembang atau menggelembung. Teknik pengambilan data yaitu dengan merekam data dalam bentuk 3D, setiap terjadi kontraksi maka otot bagian belly akan menggelembung dan data inilah yang akan diolah dan dibandingkan. Dari pengolahan data ini akan didapat kekuatan maksimum kontraksi yang akan dipakai sebagai acuan untuk besaran pergeseran otot khususnya pada otot frontalis. Dalam deteksi pergerakan akan menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), dan akan didapatkan pula besaran pergeseran otot secara maksimal. Dari hasil pengujian didapatkan nilai pergeseran pergerakan otot sebesar 2.928.

Kata kunci: Frontalis, Gray Level Co-occurrence Matrix, Ekpresi

Abstract

Facial expression is one of the effects of facial muscles movement. In Indonesian Dictionary (KBBI), expression is defined as the statement of showing intention, idea, feeling, and the like. Facial expressions are controlled by the seventh cranial nerve or facial nerve. According to Facial Action Coding System (FACS), there are six basic expressions, such as happy, sad, shocked, scared, angry, and disgusted. In a moving muscle, there is a contraction in which the muscles twitching. Muscles are divided into three parts, namely origo and insertio as the tips respectively, and belly as the center; thus, makes the muscles in belly twitching. Data is collected by recording the data in 3D – whenever the contraction occurred, the muscles in belly will be twitching – this data then aims to be processed and compared. This data processing provides the maximum strength of contraction which then be used as the reference to measure the muscles movement, especially frontalis muscles. For movement detection, Grey Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method is employed, which then also used to measure the muscles movement optimally. From this experiment, it is found that the muscles movement is 2,928.

Keywords: Frontalis, Gray Level Co-occurrence Matrix, Expression

1. Pendahuluan

Ekspresi wajah atau mimik merupakan salah satu hasil dari hasil gerak otot pada wajah. Dalam kamus besar Bahasa Indonesia ekspresi merupakan pengungkapan atau proses menyatakan, yaitu memperlihatkan atau menyatakan maksud, gagasan, perasaan dan lain sebagainya. Dalam ilmu komunikasi antar manusia terdapat tiga cara berkomunikasi, yakni dengan lisan, tulisan dan ekspresi. Dalam ekspresi dibagi lagi menjadi dua bagian, seperti ekspresi tubuh atau sering disebut gerak tubuh dan ekspresi wajah. Pada penelitian Ekman 1976 menghasilkan penelitian terkini dengan pengakuan global enam ekspresi wajah

berdasarkan geometris dan penampilan, yaitu bahagia, sedih, terkejut, takut, marah, dan jijik [1].

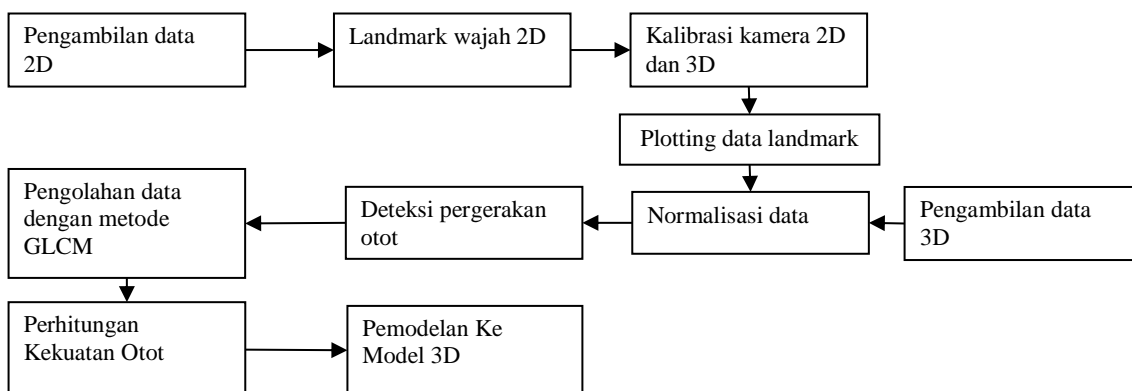
(MPEG-4 FBA) [ISO14496] merupakan standar internasional yang menangani animasi untuk tubuh dan wajah, terutama penentuan parameter seperti *Face Animation Parameter* (FAPs) dan *Body Animation Parameter* (BAPs). Dalam ISO14496 dijelaskan cara yang digunakan untuk membuat sebuah animasi. Ada beberapa hal yang menarik dari sebuah animasi yang akan digunakan, yaitu bagaimana cara pengambilan data dengan baik dan cepat dari sebuah model dan dapat ditransfer ke semua model animasi yang ada, bukan dalam bentuk manusia saja, melainkan data yang sudah ada bisa digunakan untuk semua model animasi. Salah satu cara pengambilan data, yakni penggabungan anatomi wajah, MPEG-4 dan *Facial Action Coding System* (FACS).

Dalam anatomi wajah terdapat otot-otot yang digunakan untuk ekspresi wajah, otot-otot tersebut dipengaruhi oleh *Nervus 7* atau sering disebut *Nervus Facialis* [2]. Dalam ilmu kedokteran otot ini sering disebut dengan *Mimetic Muscles*, yaitu otot yang digunakan untuk melakukan ekspresi. Dari pergerakan otot-otot tersebut akan menghasilkan sebuah ekspresi wajah. Secara sederhana anatomi otot terdiri dari ujung otot yang disebut dengan *Origo* dan *Inersio* serta titik tengah otot yang disebut dengan *Belly*. Dari anatomi tersebut pergerakan otot hanya bisa kontraksi dan titik yang paling banyak bergerak adalah bagian *Belly*.

Penggunaan rumus kontraksi otot untuk menghitung maksimum besaran pergerakan otot dengan rumus kontraksi otot tersebut maka akan muncul *Expression Strength*. Dalam perhitungan kontraksi otot akan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Igor Juricevic and Michael A. Webster dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ekspresi wajah merupakan hal yang penting dalam simulasi untuk tahapan emosional yang mempunyai hubungan yang erat dalam banyak fungsi sosial [3].

2. Metode Penelitian

Pada tahap ini, perancangan perangkat lunak disajikan secara diagram agar didapat model yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan. Dengan perancangan diagram, juga akan terlihat alur dari kerangka kerja pengolahan data. Tahapan awal dari penelitian adalah pengambilan data 2D beserta *landmark* wajah 2D, hasil dari data 2D akan dilakukan kalibrasi, karena letak kamera 2D dan kamera 3D tidak berada pada tempat yang sama atau terdapat selisih koordinat kamera 2D dan 3D. Setelah data terkalibrasi maka akan dilakukan *plotting* data *landmark* terhadap data 3D. Pada tahap berikutnya akan dilakukan deteksi pergerakan otot dengan algoritma GLCM yang akan menghasilkan nilai besaran pergeseran otot. Dengan skema metodologi dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.1 Pengambilan Data dan Normalisasi Data

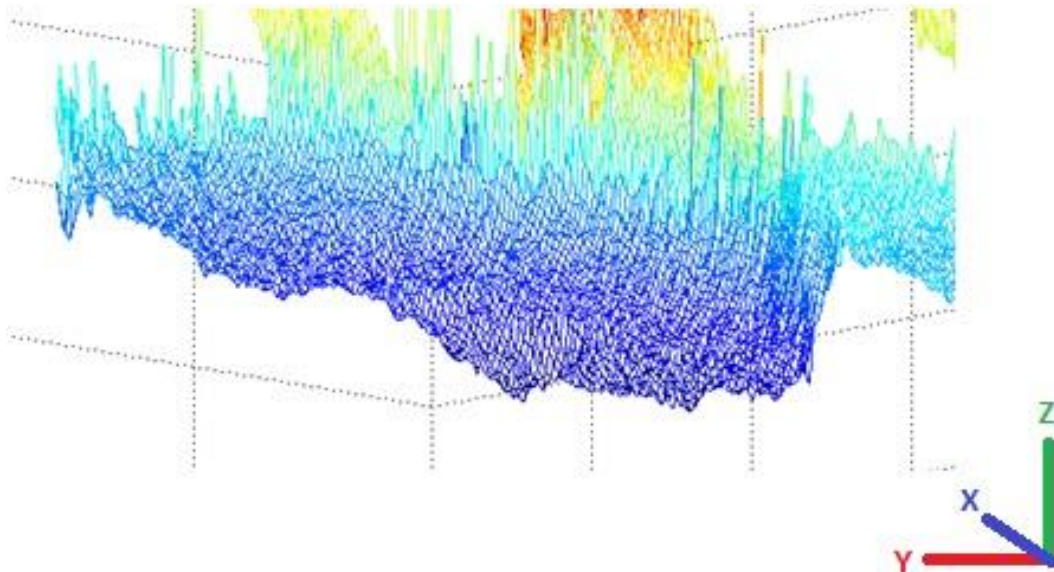
Hasil *capture* kamera 3D masih berbentuk *raw* data. Hasil dari pencitraan data 3D masih menunjukkan adanya perbedaan pada *contour* yang tidak rata. Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan data 3D wajah. Data diambil menggunakan kamera *Senz3D* dengan menggunakan *tool Unity Game Engine*. Data yang diambil dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 *raw* data gambar 3D awal adalah hasil dari pengambilan data menggunakan kamera *Senz3D*, hasil *capture* masih terlihat kasar, pada tahapan berikutnya akan dilakukan normalisasi data dengan menggunakan Persamaan 1.

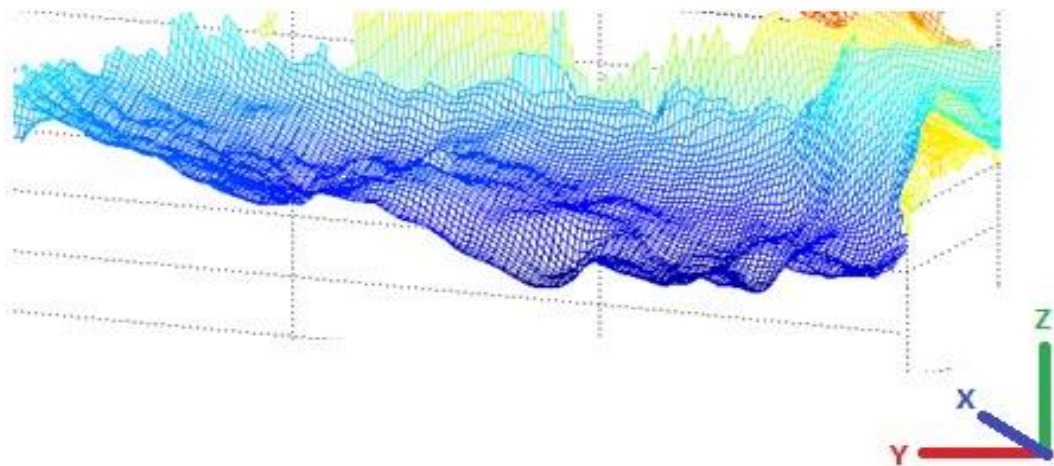
$$\bar{m} = \sum \frac{((x - N:x + N), (y - N:y + N))}{\sum N} \quad (1)$$

Keterangan:

N = panjang data yang akan dinormalisasi



Gambar 2. Raw data Gambar 2.5 Dimensi Kamera Intel Real Sense



Gambar 3. Data Gambar 2.5 Dimensi Hasil Perbaikan

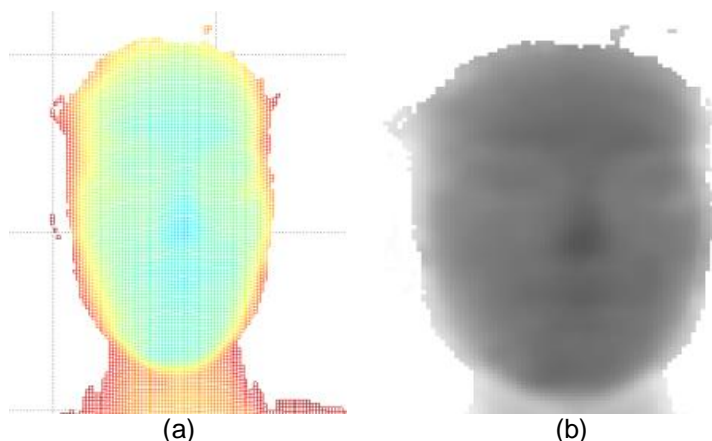
Pada Gambar 3 didapatkan data yang lebih halus, sehingga akan diambil data untuk otot frontalis.

2.2 Deteksi Pergerakan Otot

Pada tahapan ini akan dirancang untuk penentuan pergerakan otot. Deskripsi dari pergerakan otot pada penelitian ini adalah adanya jarak antara data wajah normal. Jika data dari perhitungan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) terdapat selisih, maka data wajah tersebut akan dinyatakan bergerak. Tahapan yang dalam perhitungan deteksi pergerakan otot adalah melakukan normalisasi data dengan normalisasi jarak pada data.

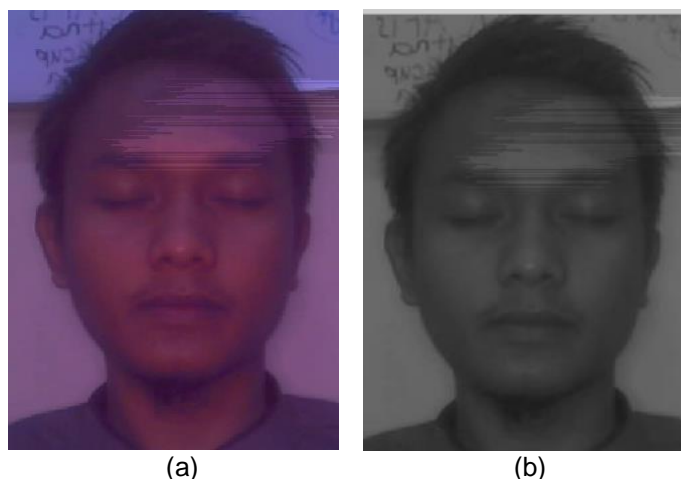
$$d' = \sum d - \min(d) \quad (2)$$

Dari Persamaan 2, data yang akan diolah berada dalam koordinat yang sama, setelah normalisasi jarak tahapan selanjutnya adalah melakukan mengubah bentuk data dalam bentuk matriks *grayscale*.



Gambar 4. (a) Data Image 2.5 Dimensi (b) Perubahan dari Data 3D ke Grayscale

Gambar 4 menunjukkan perubahan data dari data 3D ke data *grayscale*, pada data *grayscale* terlihat *contour* wajah. Dari data *grayscale* ini yang akan diolah menggunakan metode GLCM. Perbandingan data pada data 3D yang dilakukan perubahan *grayscale* dengan data RGB yang dilakukan perubahan *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. (a) Data Image dalam RGB (b) Perubahan dari Data RGB ke Grayscale

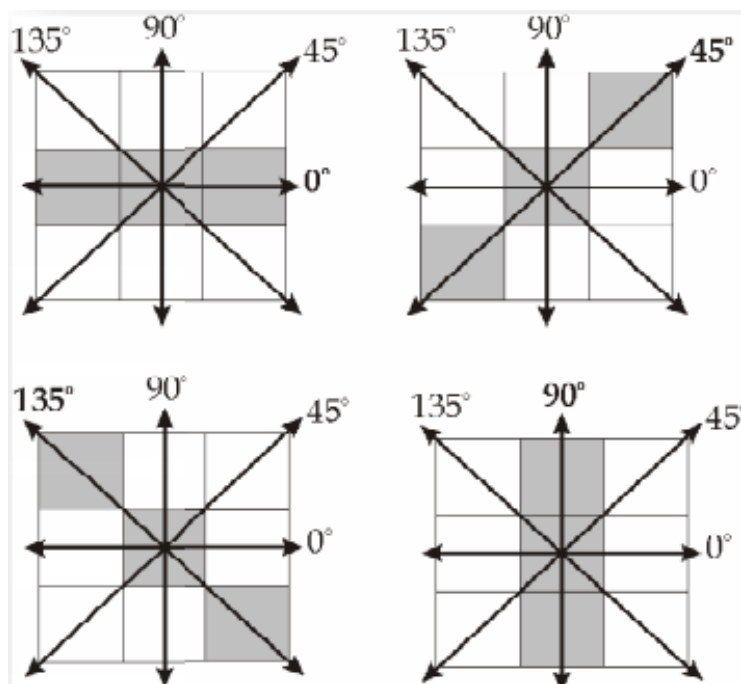
Pada Gambar 5 akan digunakan sebagai pembandingan dari data 3D *image*, pembuatan data *grayscale* dilakukan dari data RGB, dan data *grayscale* akan digunakan sebagai pembandingan dari data 3D.

Hasil dari *grayscale* akan dilakukan pemotongan data pada otot frontalis untuk dilakukan pengujian, tahapan selanjutnya adalah melakukan *scala image*, hal ini dilakukan karena data yang akan diolah dalam GLCM harus memiliki besar matriks yang sama. Pada penelitian ini matriks akan diubah ke ukuran 255 x 255. Tahap selanjutnya akan dilakukan perhitungan menggunakan metode GLCM, dengan menghitung besar matriks yang telah diubah dalam bentuk data *grayscale* untuk mendapatkan *energy*, *entropy*, *contrast* dan *correlation*.

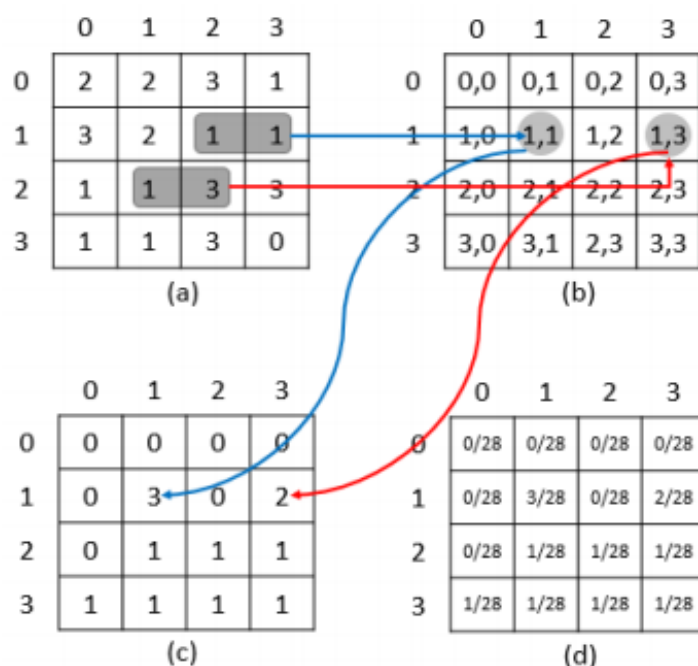
Metode GLCM menggunakan matriks derajat ke abuan untuk mengambil contoh bagaimana suatu derajat ke abuan tertentu terjadi dalam hubungannya dengan derajat ke abuan yang lain. Oleh karena itu proses awal pada GLCM adalah mengubah citra menjadi *grayscale*. Setelah citra diubah menjadi *grayscale*, nilai pada *piksel* citra dihitung kesamaan nilainya berdasarkan posisi sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° seperti pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Nilai masing-masing derajat akan digunakan untuk menghasilkan 4 fitur dari GLCM, yaitu *energy*, *contrast*, *correlation*, dan *entropy*. Untuk mendapatkan hasil dari tiap fitur, nilai dari tiap *piksel* akan diproses menggunakan beberapa rumus yang berbeda. Sebelum dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai tiap fitur, nilai dari hasil perhitungan sudut GLCM

dihitung untuk mendapatkan matriks normalisasi dan nilai *energy* per-Theta. Nilai dari sudut GLCM, matriks normalisasi, dan *energy* per-Theta akan digunakan untuk perhitungan 4 fitur.



Gambar 6. Sudut GLCM [4]



Gambar 7. Perhitungan Sudut GLCM [4]

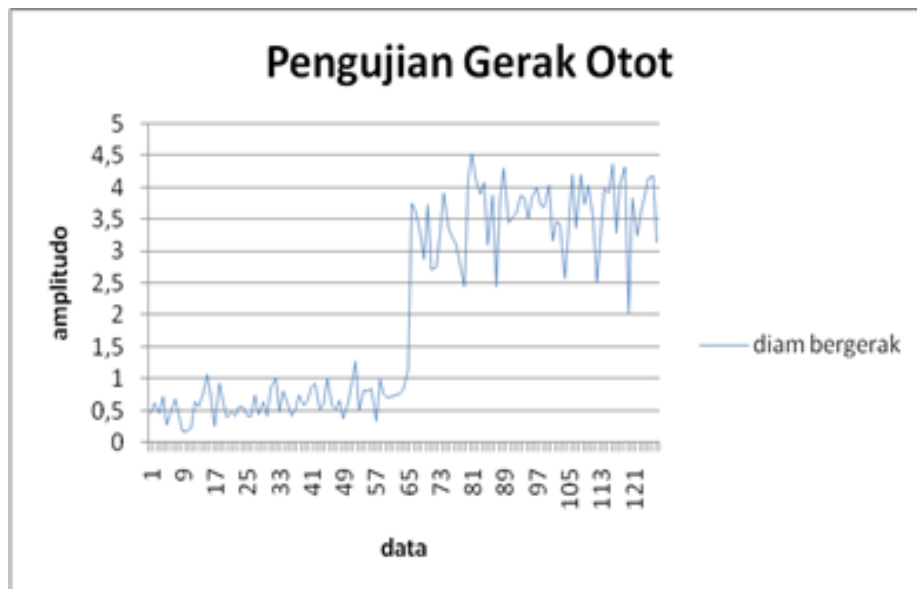
3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan beberapa pengujian dari perancangan yang telah dilakukan. Adapun pengujian yang dilakukan adalah pengujian pergerakan otot, pengujian besaran pergeseran gerak otot dan pengujian pada model 3D. Dari pengujian yang telah dilakukan, diambil sebuah kesimpulan keakurasian metode yang digunakan pada implementasi data wajah 3D.

3.1 Pengujian Pergerakan Otot

Pada perhitungan pergeseran gerak otot akan dilakukan perhitungan menggunakan metode Canberra Distance. Pada perhitungan pergeseran gerak otot ini akan menghitung selisih antara data diam dan data bergerak. Dari hasil perhitungan tersebut akan didapatkan selisih antara pergerakan otot. Pada perhitungan selisih tersebut akan menggunakan metode Canberra Distance. Hasil dari pengujian pada data diam dan data bergerak dapat dilihat pada Gambar 8.

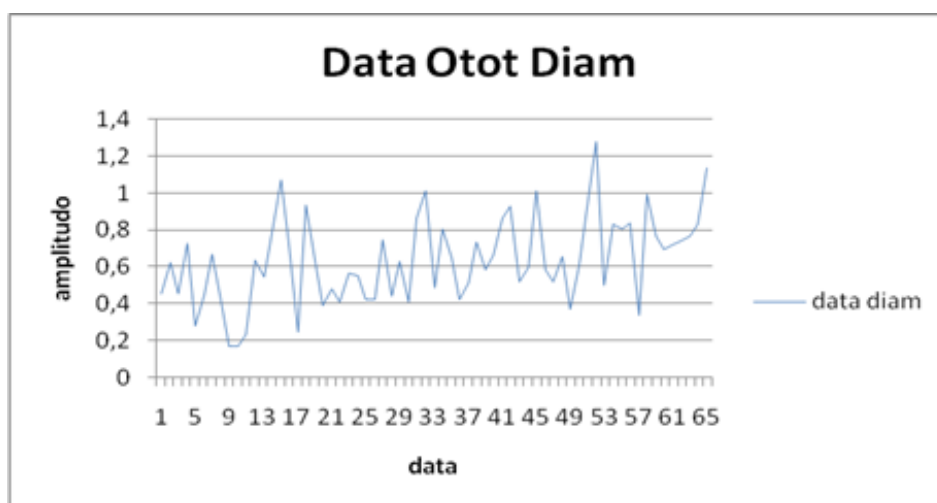
Pada Gambar 8 dapat dilihat selisih pergerakan. Perhitungan yang dilakukan pada 4 *features* dasar *energy*, *contrast*, *correlation*, dan *entropy* menggunakan Canberra Distance.



Gambar 8. Grafik Pergerakan Otot dari Otot Diam ke Otot Bergerak

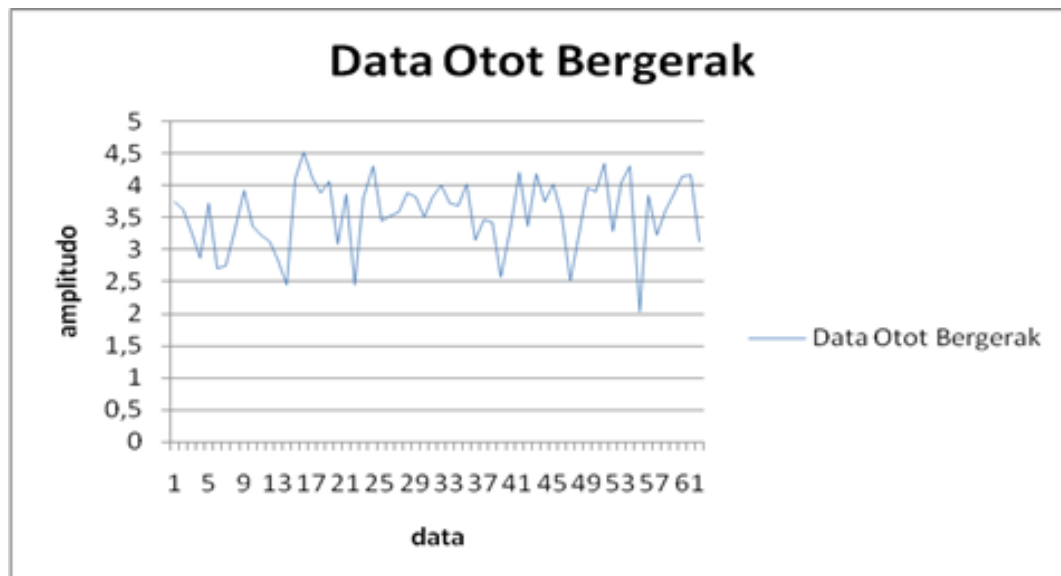
3.2 Interval Pergerakan Otot

Pada tahap ini akan dilakukan penyempurnaan data menggunakan metode Confidence Interval. Pada tahap ini akan ditentukan interval pada data otot diam dan otot bergerak. Data ini digunakan untuk menyatakan otot tersebut bergerak atau dalam keadaan diam. Hasil dari perhitungan ini akan diujikan pada pengujian model. Perhitungan untuk menentukan interval data yang pertama dilakukan adalah menentukan nilai *mean* dari data tersebut. Dalam pengujian data pada otot bergerak data berada pada interval 0,18 hingga 1,24. Dari data tersebut akan ditentukan interval sebuah otot dalam keadaan diam atau bergerak. Data otot diam dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Data Otot Diam

Pada Gambar 9 adalah data latih untuk pengujian otot tidak bergerak pada *standart* deviasi dari otot tidak bergerak adalah 0,236 dengan Confidence Interval " $Sy * 1,96$ " dengan asumsi kepercayaan 95%. Didapatkan hasil 0,463. Jadi interval dari otot diam adalah $\pm 0,463$ dengan titik tengah 0,635. Jadi, jika data masih dalam area ini maka data masih dinyatakan tidak bergerak. Perhitungan interval otot bergerak juga menghitung interval pergerakan otot tersebut. Data otot dalam keadaan bergerak dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Data Otot Bergerak

Pada Gambar 10 adalah data latih untuk pengujian otot bergerak pada *standart* deviasi dari otot tidak bergerak adalah 0,545 dengan *confidence* intervalnya " $Sy * 1,96$ " dengan asumsi kepercayaan 95%. Didapatkan hasil 1,069. Jadi, interval dari otot diam adalah $\pm 1,069$ dengan titik tengah 3,563. Jika data masih dalam area ini maka data masih dinyatakan tidak bergerak.

4. Kesimpulan

Pada tahap pengujian, telah diuji 3 aspek yang ada pada penelitian ini, yaitu pengujian gerak otot, pengujian pergeseran gerak otot dan pengujian pada model 3D. Dari pengujian tersebut didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian gerak otot terdapat selisih angka pergerakan otot. Selisih angka dapat dilihat pada Gambar 8. dan pada pengujian interval pergerakan otot, nilai *mean* otot diam pada *range* 0,635 dengan interval $\pm 0,463$. Sedangkan pada otot bergerak nilai *mean* otot bergerak pada *range* 3,563 dengan interval $\pm 1,069$.
2. Pada pengujian pergeseran gerak otot dapat disimpulkan dari nilai titik diam *range* 0,635 dengan interval terendah 0,172 dan interval tertinggi 1,098 dan nilai *mean* otot bergerak 3,563 dengan interval terendah 2,465 dan interval tertinggi 4,632 maka pergeseran gerak otot sebesar 1,367-4,460.
3. Pada pengujian akurasi pergeseran gerak otot, menghasilkan pergerakan data kontraksi otot maksimum antara 1,367-4,460 dengan jumlah data uji sebanyak 7 kali 3 percobaan antara *range* 1,367-4,460 dan 2 data kurang dari 1,367 dan dua data lebih dari 4,460. Dari percobaan data 100% tidak dalam *range* diam atau interval pergerakan kurang dari 0,463.

5. Daftar Notasi

\bar{m} : Rata-rata
 $d' = \sum d - \min(d)$: Jumlah

Referensi

- [1] Ekman, Paul, and Wallace V. Friesen. "Measuring facial movement." *Environmental psychology and nonverbal behavior* 1.1 (1976): 56-75.

- [2] Tian, Y.-I., Takeo Kanade, and Jeffrey F. Cohn. "Recognizing action units for facial expression analysis." *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence* 23.2 (2001): 97-115.
- [3] Juricevic, Igor, and Michael Webster. "Selectivity of face aftereffects for expressions and anti-expressions." *Frontiers in psychology* 3 (2012): 4.
- [4] Minarno, Agus Eko, and Nanik Suciati. "Image Retrieval Using Multi Texton Co-Occurrence Descriptor." *Journal of Theoretical & Applied Information Technology* 67.1 (2014).